

# PERANCANGAN KAPASITAS DAN DAYA MOTOR BELT CONVEYOR 30 TON/JAM

Erinofiardi

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

E-mail : rhino\_212@yahoo.com

## Abstract

*A belt provides a convenient means for transferring power from one shaft to another. Belt are frequently necessary to reduce the higher rotative speeds of electric motors to the lower values required by mechanical equipment, one of them is governor. Governor is controller system whitch adjust head of sleeve in the its side. Transmition system that to be used by governor is V-belt. In this research will be analyzed dan to be designed a transmition system which comfort for this equipment. Base on analysis have been done in this research, it shows that to control sleeve of governor requiring 0.937 hp energy supply and type of belt is 3V belt.*

**Keywords :** governor, control sleeve

## Pendahuluan

Salah satu alat angkut yang sering di pakai dalam dunia industri adalah belt conveyor, yang digunakan untuk mengangkut bulk material dalam rentang jarak tertentu.

Dalam perancangan *belt conveyor* sangat perlu dipahami variabel-variabel yang mempengaruhi keefektifan kerja dari mesin *conveyor* antara lain seperti: jenis material, kapasitas yang diinginkan, kecepatan angkut, daya motor dan sudut inklinasi dari *belt conveyor* yang akan dirancang. Variabel utama yang perlu diperhatikan dalam perancangan belt conveyor adalah kapasitas angkut dan daya motor yang dibutuhkan.

## Karakteristik Material

Proses untuk pemindahan material dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak yang tidak terlalu jauh maka di perlukan alat pemindah material secara terus menerus tanpa ada pemindahan peralatan, dengan perkembangan teknologi maka terciptanya pesawat angkut yang berbagai macam. Dalam merancang peralatan pemindah material

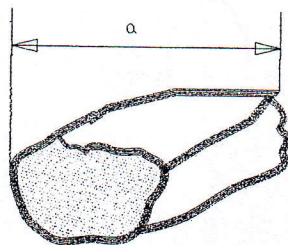
banyak parameter yang harus diperhitungkan, seperti sifat-sifat material yaitu sifat fisik (sifat material yang dapat dilihat langsung oleh mata) dan sifat mekanik (sifat material yang didapatkan dari serangkaian pengujian) yang ingin dipindahkan. Material tersebut dikelompokkan atas karakteristiknya yang ditentukan oleh dimensi, bentuk, berat dan sifat-sifat khusus seperti mudah meledak, mudah terbakar, kerapuhan dan bentuk tumpukan (*bulk*) material. Pesawat angkut *conveyor* yang merupakan alat angkut untuk memindahkan material dengan muatan tertentu sekaligus dalam suatu unit yang berlansung secara terus menerus. Penggunaan *conveyor* biasanya di pengaruhi oleh jenis muatan atau material yang akan di angkut pada kapasitas angkutnya dengan memperhatikan kecepatan tertentu maka di gunakan *belt conveyor* yang merupakan sabuk sebagai alat untuk pemuatan material.

*Bulk material handling* biasanya menggunakan *belt conveyor*, *bucket conveyor*, *chain conveyor*, *pipe conveyor*, dan alat-alat berat lainnya sebagai *equipment*. Yang paling umum

digunakan adalah *belt conveyor* sebagai *equipment* untuk mengangkut batu bara, nikel, biji besi dan hasil tambang lainnya. Karena *belt conveyor* ini sangat murah dibandingkan dengan *equipment* yang lain seperti truk dengan biaya perawatan dan operasi yang mahal, karena dengan *capital cost* yang mahal dan lainnya.

*Belt conveyor* ini juga bisa digunakan untuk jarak jauh seperti 10 km, 15 km dan ada yang hingga 30 km tergantung route jalannya, dengan keuntungan seperti itu *belt conveyor* menjadi icon untuk *bulk material handling*.

Tumpukan (*bulk*) material dapat dibedakan atas beberapa istilah seperti tumpukan butiran dan serbuk (misalnya: biji besi, batubara, serbuk gergaji, semen, pasir *cord* dan lain-lain). Karakteristik dari tumpukan material ditentukan oleh sifat mekanik dan sifat-sifat fisik seperti ukuran gumpalan, berat spesifik, kelembaban, mobilitas partikel, *angle of repose* dan abrasivitas. Distribusi kuantitatif partikel dari suatu tumpukan (*bulk*), menurut ukurannya dikenal sebagai ukuran butir atau gumpalan. Ukuran dari sebuah partikel ditentukan oleh ukuran garis linear pada gumpalan material itu dan dimensi dari ukuran terbesar sebuah gumpalan material itu adalah diagonal pada sebuah gumpalan tersebut (a), perhatikan gambar berikut.



Gambar 1. Dimensi *Bulk* (mm)

Menurut keseragaman ukuran bongkah, *bulk* material dibagi menjadi terukur dan tak terukur. Jika rasio ukuran terbesar terhadap ukuran terkecil dibawah 2,5 dianggap tidak terukur. Pengelompokannya material tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengelompokan *bulk* material

Jenis Muatan	Ukuran material (a), mm
Besar – gumpalan	Diatas 160
Sedang – gumpalan	60 – 160
Kecil – gumpalan	10 – 60
Butiran	0,5 – 10
Bubuk	Dibawah 0,5

Pada tabel diatas bahwa ukuran material tergolong besar jika diatas 160 mm ukuran diagonal dari satu gumpal material dan diatas 10 mm adalah kecil sehingga dibawah 10 mm material tergolong pada jenis muatan dalam bentuk butiran/granular. Untuk ukuran gumpalan *bulk* material harus diperhatikan karena akan berpengaruh dalam menentukan ukuran mesin pemindah material, *hopper* dan salurannya. *Bulk* material juga dapat digolongkan berdasarkan beratnya. Penggolongan material berdasarkan berat untuk lebih jelas dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 2. *Bulk Density*

Berat tumpukan	Densitas, ton/m <sup>3</sup>	Material
Light	Up to 0,6	Serbuk
Medium	0,6 - 1,1	gergaji, tanah, abu, arang
Heavy	1,2 – 2,0	Gandum, batubara
Very heavy	Over 2,0	Pasir, kerikil
		Biji besi, batu

Pada tabel diatas setiap jenis material memiliki berat spesifik yang berbeda. Berat *bulk* berpengaruh dalam menghitung kapasitas alat pemindah material dan tekanan pada dinding serta sisi luar pada *hopper*.

Dari kedua tabel diatas bahwa setiap jenis material memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada berat spesifik material itu sendiri, sehingga sangat menentukan dalam memilih mesin pemindah material.



### Perancangan Conveyor

Untuk merancang sebuah *belt conveyor* ada beberapa hal yang harus diketahui dahulu :

- Material yang diangkut
- Tingkat abrasive material
- rencana kapasitas *conveyor*

setelah mengetahui material yang diangkut dan kapasitas yang direncanakan barulah bisa merancang sebuah *belt conveyor*.

### Pengisian Material

Untuk penuangan material ke *belt* dari arah *hopper* harus secara vertikal dengan laju *belt* dan berbagi rata pada permukaannya, guna menghindari tumpahnya material dan kemiringan jalan *belt*.

Alternatif yang dipakai untuk mengisi mengatasi hal tersebut maka disekeliling mulut *hopper* dipasang penutup. Lebar bukaan bawah *hopper* maksimal 0,75 kali lebar *belt*. Pada bagian bawah yaitu antara *hopper* dan *belt* dipasang *rubber skirting* juga untuk mencegah terlemparnya material keluar *belt* saat pengisian. *Rubber* terbuat dari bahan yang lebih lunak dibandingkan dengan bahan *belt* dan terpasang di kedua sisi tepi *belt*. Jarak antara dari *rubber skirting* diubah dari 0,75 bertambah sampai 0,9 kali lebar *belt*. *Rubber skirt* berfungsi sebagai mencegah agar material tidak tumpah keluar dari *belt* pada saat memuat material. Untuk lebih jelas perhatikan gambar dibawah ini:

Jarak jatuh material harus diusahakan sekecil mungkin untuk mengurangi efek tumbukan pada *belt*. Benturan pada *belt* dapat dikurangi dengan memasang karet pada *carrying idler* (gambar 2.2). Lapisan karet ini berguna untuk mengurangi getaran pengaruh benturan.

### Konstruksi dan Komponen Utama Belt Conveyor

*Conveyor* merupakan suatu mekanisme yang digunakan untuk memindahkan suatu material dari satu tempat ketempat lainnya sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. *Belt*

*conveyor* adalah satu dari sekian banyak jenis *conveyor* yang menggunakan sabuk sebagai pembawa beban material yang digerakkan oleh motor dan komponen-komponen *conveyor* lainnya. *Belt conveyor* digerakkan oleh motor listrik yang terpasang pada *gear box* untuk memutar *drive pulley* dimana pergerakan system ini melingkar pada dua buah terminal *pulley* yaitu *driving pulley* dan *tail pulley*. Disebabkan adanya koefisien gesekan yang besar antara *belt* dan *pulley* yang menyebabkan *belt* ikut berputar dan bergerak secara translasi. Pada lintasan tempuh yang cukup panjang antara *drive pulley* dan *tail pulley* didukung oleh beberapa *idler*. Sedangkan ketegangan *belt* dijaga oleh suatu system mekanis yang disebut dengan *take-up station*. Material yang akan diangkut disalurkan melalui *hopper* kemudian jatuh pada *belt*. Untuk mengetahui efisiensi suatu kerja *conveyor* maka perlu dilakukan perhitungan terhadap parameter-parameter penyusun *conveyor* agar diketahui seberapa kemampuan kerja yang dihasilkan oleh *conveyor* dan berapa energy yang dibutuhkan untuk melakukan kerja itu sendiri. Hal ini juga bertujuan untuk menghindari umur pemakaian *belt* yang lebih dari masa pemakaiannya sehingga menghindari kerusakan yang lebih berat dan biaya lebih besa

### Konstruksi Belt Conveyor

*Belt Conveyor* dipasang untuk memindahkan berbagai unit material sepanjang arah horizontal atau dengan arah kemiringan tertentu. *Belt conveyor* secara luas digunakan pada berbagai industri. Sebagai contoh, *belt conveyor* merupakan peralatan pemindah cukup penting yang digunakan untuk operasi pengecoran logam (untuk mendistribusikan pasir cetakan), menyalurkan batu bara, biji logam pada industri tambang, industri makanan, dan lain-lain. Dalam pemindahan material, *conveyor* didukung oleh beberapa komponen yang menyokong



kerja dari *belt conveyor* seperti pada gambar dibawah ini:

Dari gambar diatas merupakan konstruksi dari suatu mesin *conveyor* dan komponen-komponen yang mendukung kerja *belt conveyor* untuk memindahkan material.

Adapun kesulitan-kesulitan dalam pemasangan *Belt Conveyor* adalah :

1. Jalur pemindah (*transfer line*), karena untuk satu unit *Belt Conveyor* hanya dipasang untuk jalur lurus.
2. Kemiringan yang terbatas.

Kapasitas yang besar (500 s/d 5000  $m^3/jam$  atau lebih), kesanggupan untuk memindahkan muatan pada jarak yang relatif besar (500 s/d 1000 m atau lebih), desain yang sederhana dan pengoperasian yang baik, menyebabkan *Belt Conveyor* menjadi mesin pemindah yang paling universal.

*Belt* biasanya terbuat dari bahan tekstil berlapis karet, baja lembaran atau dari jalinan kawat baja. *Conveyor* dengan *belt* yang terbuat dari tekstil berlapis karet paling banyak ditemukan dilapangan.

### Komponen-komponen Utama *Belt Conveyor*

#### *Belt*

*Belt* yang digunakan pada *belt conveyor* terdiri dari beberapa jenis seperti :bulu unta, katun, dan beberapa jenis *belt* tekstil berlapis karet. Suatu *belt* harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu :

1. Kemampuan menyerap air rendah.
2. Kekuatan tinggi.
3. Ringan, lentur.
4. Regangan kecil.
5. Ketahanan pemisahan lapisan yang tinggi.
6. Umur pemakaian relative lama.

Dan persyaratan tersebut, *belt* berlapis karet adalah yang terbaik, oleh karena itu biasanya lebih disukai atau lebih dominan pada industri besar.

*Belt* tekstil berlapis karet terbuat dari beberapa lapisan yang dikenal dengan *plies*. Lapisan-lapisan tersebut dihubungkan dengan pemanas

(Vulkanisasi) atau dengan karet alam maupun yang sintetis. Pada gambar 2.4 *belt* dilengkapi dengan *cover* karet untuk melindungi tekstil dari kerusakan-kerusakan. Karena beberapa jenis material yang dibawa mempunyai sifat abrasif.

Pada gambar diatas *cover* merupakan bagian atas dari *belt*. Untuk mengetahui ketebalan dari *cover* dapat dihubungkan dengan jenis material yang membebani *belt* Sedangkan untuk jumlah lapisan *belt* tergantung pada lebar *belt* itu. Sebab tiap jenis material mempunyai ukuran dan sifat fisik yang berbeda.

#### *Idler Sistem*

Biasanya suatu *belt* disangga oleh *idler* pada *conveyor* itu sendiri. *Idler* dibuat sedemikian rupa untuk dibongkar pasang. Ini dimaksudkan untuk memudahkan perawatan. Jika salah satu komponen *idler* rusak dapat dilakukan penggantian secara cepat.

Adapun jenis *idler* yang dipakai adalah :

##### 1. *Carrying Idler*

*Carrying idler* merupakan roll yang mendukung *belt conveyor* serta beban diatasnya, dimana konstruksi dibuat sedemikian rupa sehingga ukurannya dibuat bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Gambar dibawah menunjukkan konstruksi dari *carrying idler* dimana *belt* diatasnya untuk menerima beban terhadap material yang diangkut.

Pemakaian *carrying idler* biasanya tergantung pada lebar dan jumlah lapisan (*fly*) dari *belt*. *Carrying idler* biasanya berupa *idler* tunggal, dua *idler*, tiga *idler* atau lebih, tergantung dari material yang dibawanya.

##### 2. *Impact Idler*

*Impact idler* merupakan roll yang menahan *belt* pada daerah muat, yang biasanya dilapisi dengan karet. Seperti gambar dibawah memperlihatkan bagian dari *impact idler* dimana terdapat juga *rubber skirting* yang dilapisi oleh bahan yang lebih lunak dari *belt* untuk mencegah terlemparnya material pada saat pencurahan material.



Dengan sistem saat material jatuh pada *belt*, *impact idler* memberikan gaya suspensi agar *belt* tidak mudah sobek.

### 3. Return Idler

Yaitu rol penunjang yang tak bermuatan. Bentuk konstruksinya sama dengan *carrying idler*. Pemasangan *return idler* ini biasanya dibuat dengan jarak dua kali lebih besar dari jarak pemasangan *carrying idler*. Hal ini disebabkan *return idler* tidak menerima beban. *Return idler* biasanya selalu digunakan *idler* tunggal atau satu rol saja.

### Drive (Penggerak)

Drive merupakan sumber daya untuk menggerakkan *belt conveyor*, yang terdiri dari :

#### 1. Motor

Sumber putaran pada *belt conveyor* yang mengubah arus listrik ke energy mekanik atau menjadi putaran. *Belt conveyor* ini digerakkan oleh motor yang terdapat pada *drive station*. Motor penggerak ini akan menggerakkan puli (*Drive Pulley*) yang mempunyai koefisien gesek yang besar dari *belt conveyor*. Dan memberikan tegangan besar pada *belt* nya, sehingga menyebabkan *belt* berputar dan bergerak secara translasi. Gambar dibawah merupakan jenis spesifikasi motor yang digunakan. Motor yang digunakan memiliki daya 4 Hp.

Penggunaan motor yang dipakai harus sesuai dengan spesifikasi mesin yang akan dirancang sehingga terjadi penyesuaian daya motor dengan properti dari *belt conveyor*. Penggunaan daya yang terlalu kecil akan mengakibatkan mesin tidak efektif dalam memindahkan material dan dapat menyebabkan abrasivitas yang cepat pada *belt*.

#### 2. Gear Box

Daya penggerak pada *belt conveyor* ditransmisikan kepada gesekan yang terjadi antara *belt* itu sendiri dengan puli penggerak atau dihubungkan dengan kopling yang digerakkan langsung dengan motor listrik. Berikut adalah gambar transmisi yang dipakai untuk

mentransmisikan putaran motor ke *drive pulley*.

Ada beberapa jenis transmisi yang digunakan yaitu :

- 1) Dengan reduksi roda gigi lurus
- 2) Dengan reduksi roda gigi kerucut
- 3) Dengan reduksi roda gigi miring
- 4) Dengan motor penggulung (Drum motor)

### 3. Pulley

Adapun jenis-jenis dari puli diantaranya adalah :

#### 1) Pengencang (Take-up Pulley)

Pengencang *belt* dapat dibedakan atas dua jenis yaitu (*Screw Take-up* dan *Gravity Take-up*). Pada *Screw Take-up* juga disebut pengencang dengan memberi gaya tarik pada *belt* tersebut yang biasanya digunakan pada *belt* dengan panjang 50-100 m, sedangkan *Gravity Take-up* disebut dengan pengencang horizontal dan vertikal dengan memberi gaya tarik dan gaya gravitas bumi, dan dipakai untuk sistem yang panjangnya lebih dari 100 m. Gambar berikut menunjukkan jenis pengencang *pulley* yaitu *Take-up Pulley*.

Pada gambar *Take-up Pulley* diatas terpasang dekat dengan *drive pulley*.

#### 2) Bend Pulley

*Belt* ditekuk dengan puli dan roller pembelok. Penggunaan roller pembelok adalah untuk merubah kemiringan sistem seperti dari arah horizontal menjadi sedikit miring. Tekukan *belt* dapat dibedakan atas dua macam yaitu tekukan kearah pembalik dan tekukan kearah pembebanan. Dan kedua macam tekukan tersebut mempunyai jari-jari tekukan minimum yang berbeda.

#### 3) Snub Pulley

Puli yang dipasang untuk memperbesar atau memperkecil sudut kontak antara permukaan *drive pulley* dengan permukaan *belt conveyor* yang menyentuh atau membalut puli penggerak. Alat ini



berguna untuk mengurangi *slip* yang terjadi pada system.

#### 4) Tail Pulley

Puli terakhir pada ujung belakang *belt conveyor*. Puli ini juga dapat dijadikan sebagai *Take-up pulley* pada *conveyor* jenis *light duty*.

#### 5) Head Pulley (pulley depan)

*Pulley* pada ujung *belt* depan *belt conveyor*, lebih sering dipakai pada *puli* penggerak. Perbedaan antara *drive pulley* dan *head pulley* yaitu :

- *Drive pulley*

Puli yang dihubungkan secara langsung atau tidak langsung ke sumber daya, *drive pulley* tidak harus berada diujung depan *conveyor*, biasanya dipasang dimana saja yang dianggap memungkinkan. Gambar dibawah adalah *drive pulley* yang siap dipasang pada *belt conveyor*, dimana pada jenis *drive pulley* ini terdapat *groove* yang bertujuan untuk menghindari terjadinya *slip* atau keausan pada *belt* dan *pulley*.

- *Head pulley*

Puli terakhir yang berada diujung *conveyor*. Tidak semua *head pulley* dipakai sebagai *drive pulley*. *Head pulley* yang tidak berhubungan dengan sumber daya tidak dapat disebut sebagai *drive pulley*. Gambar dibawah merupakan sebuah *head pulley* dari konstruksi *belt conveyor*. Lain halnya dengan *pulley* diatas yang menggunakan *groove*.

### Conveyor Frame

*Conveyor Frame* merupakan struktur penyangga (*Frame*) terbuat dari susunan baja profil batangan atau besi siku yang disambung dengan menggunakan teknik pengelasan (las listrik) atau dengan penyambungan baut. *Frame* dibuat kaku (*rigid*), struktur tersebut terdiri dari batangan membujur,

tegak dan menyilang. Tinggi dari frame biasanya 400-500 mm dan jarak tiap batang tegak adalah 2-3.5 m, dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Pada gambar diatas bahwa konstruksi *belt conveyor* disangga oleh frame untuk menahan berat dari mesin dan beban yang dibawa.

### Komponen-komponen Pendukung

Dalam pengoperasian *belt conveyor* di lapangan, banyak terdapat komponen-komponen pendukung yang ditambahkan pada sistem tersebut, diantaranya:

1. *Rubber skirt (skirt board)*

Merupakan peralatan yang berfungsi mencegah agar material tidak tumpah keluar dari *belt* pada saat memuat material.

2. *Plough scrapper*

Berfungsi untuk membersihkan material yang tertumpah pada arah balik *belt*. Biasanya terdiri dari *primary* dan *v-plough scrapper*.

3. *Scraper (pembersih)*

Merupakan perangkat yang berfungsi membersihkan material yang menempel pada *belt*. Biasanya dipasang pada puli bagian depan atau disekitar *Driving Pulley*. Alat ini biasanya dipasang pada *conveyor* yang membawa material yang basah dan lengket.

4. *Plough scrapper*

Berfungsi untuk membersihkan material yang tertumpah pada arah balik *belt*. Biasanya terdiri dari *primary* dan *v-plough scrapper*.

5. *Hooper (Corong)/ Chute*

Corong yang terletak di ujung depan dan belakang *belt conveyor*, dimana material dimuat dan dicurahkan. *Chute* juga berfungsi sebagai *guide* material yang akan jatuh diatas *belt*, sehingga material tidak keluar berjatuhan dari *belt*. Pada bagian ini terdapat *Suber skurt* yang terbuat dari potongan *belt* yang berfungsi sebagai penutup celah antara *chute* dengan *belt conveyor*. Dengan demikian material yang berukuran kecil tidak keluar sewaktu dilaksanakan proses pengisian (*Loading*).



*Hopper* berada di sisi depan *conveyor*. Memiliki bentuk yang lebih besar dan berfungsi untuk menampung batubara dengan kuantitas relatif banyak sebelum diarahkan ke *conveyor*. *Hopper* dilengkapi dengan *chute* yang memudahkan batubara untuk meluncur, sehingga tidak menggumpal maupun terjadi penyumbatan.

### Geometri Belt Conveyor

Penganalisaan *belt conveyor* tergantung dari lokasi dimana *belt conveyor* tersebut akan dioperasikan, sehingga geometri *belt conveyor* dapat digabungkan sesuai dengan kebutuhan. Menurut lintasan dari gerakannya, *belt conveyor* dapat diklasifikasikan atas:

- 1) *Horizontal Belt Conveyor*
- 2) *Inclined Belt Conveyor*
- 3) *Horizontal Inclined Belt Conveyor*
- 4) *Bending Belt Conveyor*
- 5) *More Bending Belt Conveyor*

Kemiringan terhadap garis horizontal (sudut  $\beta$ ) tergantung pada faktor gesekan antara material yang dibawa dengan *belt* yang bergerak, sudut kemiringan tetap dari tumpukan material dan bagaimana cara material dibebankan ke atas *belt*.

Kemiringan terhadap garis horizontal (sudut  $\beta$ ) tergantung pada faktor gesekan antara material yang dibawa dengan *belt* yang bergerak, sudut kemiringan tetap dari tumpukan material dan bagaimana cara material dibebankan ke atas *belt*.

### Mekanisme Kerja Belt Conveyor

Mekanisme kerja dari system *belt conveyor* ini merupakan suatu mekanisme kerja yang terus menerus yang terdiri dari :

- **Pengisian muatan**  
Material diangkut dicurahkan melalui corong pengisi yang berfungsi untuk mengatur arah curahan material ke *belt conveyor*.
- **Pengangkutan Material**  
Pada saat system penggerak (*motor*) mulai bekerja, kecepatan gerak pengangkutan sesuai dengan

kecepatan gerak yang direncanakan.

- **Pembongkaran muatan**  
Pembongkaran muatan ini berlangsung selama pengangkutan. Pembongkaran dilakukan pada ujung *Belt*, melalui corong curah yang terpasang pada ujung *belt conveyor* tersebut. Setelah itu material dapat langsung dicurahkan ke sistem selanjutnya.
- **Kembali tanpa muatan**  
Pada saat ini *belt* kembali ke kedudukan semula untuk kemudian secara periodik dan terus menerus mengalami pergantian seperti sebelumnya.

### Rumus-rumus Penting Perhitungan Parameter Belt Conveyor

#### Kapasitas Yang diinginkan (Q)

Kapasitas transport *belt* adalah hasil bagi antara berat material yang diangkut dengan waktu pengangkutan. Dan kapasitas transport ditentukan oleh beberapa faktor yaitu:

- Kecepatan *belt conveyor*
- Lebar *belt*
- Besar sudut angkut
- Bentuk material yang dibawa

Perhitungan kapasitas transport menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{3600}{1000} \times q \times v \quad (1)$$

$$Q = \frac{G}{a} \quad (2)$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \times \frac{G}{a} \times r \quad (3)$$

$Q$  = kapasitas yang diinginkan (t/h)

$v$  = kecepatan *belt* (m/s)

$q$  = kelenturan *belt* antara idler (kg/m)

$G$  = Berat bagian *conveyor* yang bergerak (kg/m)

$a$  = ukuran karakteristik material (mm)



**Daya Motor Yang Digunakan ( $N_n$ )**

Daya motor merupakan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan *belt* untuk melakukan perpindahan material yang diangkut. Daya motor dihitung dalam satuan Kilowatt ( $kW$ ) dengan rincian sebagai berikut:

1. Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan *Belt Conveyor* dalam keadaan kosong ( $N_1$ )

$$N_1 = \frac{G(L+I) \times f \times L}{102} \quad (4)$$

$f$  = Koefisien gesek dari bagian *roller*

$L$  = Jarak pemindahan (m)

$I$  = Penambahan nilai *centre distance* (m)

2. Daya tambahan yang dibutuhkan untuk membawa material ( $N_2$ )

$$N_2 = \frac{Q \times (L+I) \times f}{367} \quad (5)$$

3. Daya tambahan yang dibutuhkan untuk membawa material dalam keadaan miring ( $N_3$ )

$$N_3 = \frac{Q \times H}{367} \quad (6)$$

Dimana :  $H = L \sin \phi$ ,  $Q$  teoritis = 30 t/h

4. Daya tambahan untuk beban komponen lain ( $N_4$ )

$$N_4 = 0,08 \times v \times \text{length of skirting} \quad (7)$$

Sehingga, Daya yang dibutuhkan secara keseluruhan adalah :

$$N_t = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 \quad (8)$$

Untuk efisiensi Daya Motor dipilih 0,85

$$N_m = \frac{N_t}{\eta} \quad (9)$$

**Tegangan *Belt* Maksimum**

Tegangan *Belt* (*belt tension*) adalah tegangan yang diterima oleh conveyor yang diakibatkan oleh adanya tarikan dari *drive pulley* pada saat *belt* dioperasikan. Besarnya tegangan *belt* maksimum adalah:

$$T_1 = P \times m \quad (10)$$

$$P = \frac{N \times 1000}{2} \quad (11)$$

**Tegangan Kerja *Belt* / Working Tension ( $T_w$ )**

Besarnya tegangan kerja adalah:

$$T_w = \frac{T_1}{E} \quad (12)$$

**Pengontrolan Harga "G" (Berat bagian yang bergerak dari *Belt Conveyor*)**

Berat bagian yang bergerak dari *belt conveyor* meliputi berat *carrying idler*, *return idler* dan *cover* dari *belt*.

$$G = 2G_b + \frac{GR_0}{S_1} + \frac{GR_u}{S_2} \quad (13)$$

Dimana :

$GR_0$  = (10 kg) Berat *carrying idler*

$GR_u$  = (10 kg) Berat *return idler*

$S_1$  = (1,5) Jarak setiap *carrying idler*

$S_2$  = (3,0) Jarak setiap *return idler*

$G_b$  = (6,50) Berat *belt* parameter bujur sangkar ( $kg/m^2$ )

**Kelonggaran *Belt* Maksimum**

$$T_{min} = \frac{S_2(G_b + G_m) \times g}{g(\frac{v}{s})} \quad (14)$$

Dimana  $G_m$  = Berat material per meter *belt* ( $kg/m$ )

$$G_{min} = \frac{Q}{v \times 3,6} \quad (15)$$



## Metodologi

Dalam melakukan penganalisaan kerja untuk mendapatkan kinerja mesin *belt conveyor* yang baik maka perlu dilakukan tahap perhitungan setiap parameter penyusun *belt conveyor* dengan cara mengumpulkan data yang ada pada perusahaan yaitu sebagai berikut:

1. Merencanakan kapasitas atau muatan yang hendak dipindahkan.
2. Menghitung besar daya motor yang akan digunakan.
3. Menentukan tegangan *belt* antara dua terminal *pulley*.
4. Menentukan jenis atau tipe dari *belt* yang digunakan.
5. Pengontrolan nilai berat bagian yang bergerak ("G").
6. Menentukan kelonggaran *belt* maksimum pada *belt*.

## Data Awal Penelitian

### Belt Conveyor

- Jarak pemindahan  
: 35 m
- Kapasitas yang diinginkan (Q)  
: 30 ton/jam
- Jumlah lapisan *Belt*  
: 4 Lapis
- Tebal *belt*  
: 10,5 mm
- Material yang dipindahkan
- Jenis material  
: Batu bara (*coal stone*)
- *Material size* (a)  
: 0 - 200 mm
- *Material density* ( $\gamma$ )  
: 0,8 ton/m<sup>3</sup>

### Idler/Roller

- Konstruksi *idler/roller*  
: *Three Section Idler*
- Diameter *idler*  
: 89 mm
- Panjang *Carrying idler*  
: 210 mm
- Panjang *Return idler*  
: 675 mm
- Kemiringan *Carrying idler* ( $\lambda$ )

: 30°

- Kemiringan transportasi ( $\phi$ )  
: 22°
- Jarak *Carrying idler*  
: 1500 mm
- Jarak *Return idler*  
: 3000 mm
- Jarak *Impact idler*  
: 180 mm

### Pulley

- Diameter *drive pulley*  
: 410 mm
- Diameter *tail pulley*  
: 320 mm

## Hasil Penelitian

### Perhitungan Parameter Belt Conveyor

Pengukuran didasarkan atas spesifikasi dari *belt* yang diinginkan, konstruksi dari *belt* dan konstruksi dari *idler*. Tahapan analisa dengan menggunakan metode penganalisaan standar pada *Belt Conveyor* yaitu :

### Lebar Belt (B)

Dari lampiran Tabel 1, maka dipilih lebar *belt* 650 mm yaitu sesuai dengan ukuran dan berat material yang diangkut serta *hand book* perusahaan. Sesuai dengan tabel yaitu *Sorted, Length of Largest Edge* (mm) atau beban maksimum yang diangkut 125 t/h.

### Kecepatan Belt (V)

Dari lampiran tabel 2 dipilih kecepatan maksimum ( $v_{\max} = 2,5$  m/s).

### Kapasitas Yang diinginkan (Q)

$$Q = \frac{3600}{1000} \times q \times v$$

Didapat dari tabel :

$$G = 23 \text{ kg/m}$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \times \frac{23 \text{ kg/m}}{0,2 \text{ m}} \times 2,5 \text{ m/s}$$

$$Q = 32 \text{ ton per jam}$$

Dari analisa yang didapat bahwa *Belt Conveyor* mampu mengangkut muatan material sebesar 32 ton per jamnya. Sesuai dengan parameter kapasitasnya, yaitu 30 ton/jam.



**Daya Motor Yang Digunakan ( $N_m$ )**

Dari tabel 7, 8, 9 diperoleh:

$$Q = 30 \text{ t/h}$$

$$G = 23 \text{ (kg/m)}$$

$$f = 0,020$$

$$L = 35 \text{ m}$$

$$I = 70 \text{ m}$$

Dari data yang didapat diatas maka diperoleh:

$$1. N_1 = \frac{G(L+I) \times f \times V}{102} \\ = \frac{23(35+70) \times 0,020 \times 2,5}{102}$$

$$N_1 = 1180 \text{ kg.m/s} = 1180 \text{ watt}$$

$$N_1 = 1,18 \text{ kW}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ Watt} = 1 \text{ joule/s} = 1 \\ \text{kg.m/s} \quad \Rightarrow \text{joule} = \\ \text{kg.m/s}^2$$

$$N_2 = \frac{Q \times (L+I) \times f}{367} \\ N_2 = \frac{30 \times (35+70) \times 0,020}{367}$$

$$N_2 = 0,17 \text{ kW}$$

$$2. N_3 = \frac{Q \times H}{367}$$

$$N_3 = \frac{30 \times (35 \times \sin 22)}{367}$$

$$N_3 = 1,07 \text{ kW}$$

$$3. N_4 =$$

$$0,08 \times v \times \text{length of skirting} \\ = 0,08 \times 2,5 \times 2,5 \\ = 0,5 \text{ kW}$$

Sehingga, daya yang dibutuhkan secara keseluruhan adalah :

$$N_t = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$$

$$N_t = 1,18 + 0,17 + 1,07 + 0,5 \\ = 2,92 \text{ kW}$$

Diketahui : 1 Hp = 0,745 kW atau 1 kW = 1,34 Hp

$$\Rightarrow 2,92 \times 1,34$$

$$\Rightarrow 3,91 \text{ Hp}$$

$$\text{Sehingga, } N_m = \frac{N_t}{0,85} \\ = \frac{2,92}{0,85}$$

$$= 3,43 \text{ kW}$$

**Tegangan Belt Maksimum**

Dari lampiran tabel 11 dipilih harga  $m$  dengan parameter :

- Sudut kontak  $\theta$  : 220°
  - Kondisi kerja dalam keadaan miring
- Diperoleh harga  $m = 1,27$ , maka:

$$T_1 = P \times m$$

$$\text{Dimana : } P = \frac{N_m \times 1000}{V}$$

$$= \frac{5,20 \times 1000}{2,5}$$

$$= 2081,8 \text{ N}$$

$$\text{Jadi, } T_1 = P \times m$$

$$= 2081,8 \times 1,27 = 2643,8 \text{ N}$$

**Tegangan Kerja Belt / Working Tension ( $T_w$ )**

$$T_w = \frac{T_1}{5}$$

$$T_w = \frac{2643,8}{5}$$

$$= 528,76 \text{ N/mm}$$

**Pemilihan Tipe Belt**

Berdasarkan standar dari *roulunds* dari lampiran tabel 14 dipilih jenis *belt* dengan *cover types GWF*. Sesuai dari data yang didapat dari lapangan jenis *belt* yang digunakan yaitu *EP 315*.

➤ Penentuan Berat dan Tebal Belt

*EP 360/2, 5 + 1,5 Type GWF*

*EP 630/2 = 2 EP 315*

Weight of carcass = 2 x 2,0 = 4,0 kg

Weight of cover = 8 x 1,25 = 10 kg

Sehingga berat *belt* = 14 kg.

Untuk tebal *belt*:

Thickness of carcass = 2 x 1,6 = 3,2 mm

Thickness of cover = 8,0

Belt thickness = approx 11,2 mm

**Pengontrolan Harga "G" (Berat bagian yang bergerak dari Belt Conveyor)**

Dari lampiran tabel 14 untuk tipe *belt GWF* dengan lebar *belt* adalah 650 mm, maka berat *belt* adalah:

$$G_b = 0,65 \times \text{approx. belt weight}$$

$$G_b = 10,0 \times 0,65 = 6,50 \text{ kg/m}$$

$$G = 2.G_b + \frac{GR_o}{S_1} + \frac{GR_u}{S_2}$$

$$G = 2.6,5 + \frac{10}{1,5} + \frac{10}{3}$$

$$G = 23 \text{ kg/m}$$

$$\text{Maka, } N_1 = \frac{23 \times (35+70) \times 0,020 \times 2,5}{102}$$

$$= 1,18 \text{ kW}$$

Terlihat, 1,18 = 1,18

Keterangan:

$N_1$  yang diperoleh dari "G" pada lampiran tabel 7 sama dengan nilai  $N_1$  yang diperoleh dari "G" menurut perhitungan berat komponen.



**Kelonggaran Belt Maksimum**

$$T_{\min} = \frac{S_1(Gb + Gm) \times g}{g(q/s)}$$

Dimana  $G_m$  = Berat material permeter belt (kg/m)

$$G_{\min} = \frac{Q}{V \times 3.6 \times 30}$$

$$G_{\min} = \frac{2.5 \times 3.6}{30}$$

$$G_{\min} = 3.33 \text{ kg/m}$$

$g$  = Pecepatan gravitasi (9,8 m/s)

$$T_{\min} = \frac{1.5(6.50 + 3.33) \times 9.8}{9.8 \times 0.015} = 983.3 \text{ N}$$

Setelah dilakukannya perhitungan dan penganalisaan terhadap parameter-parameter dari belt conveyor, didapatkan spesifikasi nilai sebagai berikut:

**Belt Conveyor**

Lebar belt: 650 mm

Kecepatan belt: 2,5 m/s

Q yang diizinkan : 32 t/h

**Penentuan Tegangan Belt**

Tegangan maksimum belt: 2643,8 N/mm

Tegangan kerja: 4,1 N/mm

Pemilihan tipe belt : EP 315, Type GWF

Berat belt : 14 kg

Tebal belt: 11,2 mm

Berat bagian yang bergerak (G): 23 kg/m

Kelonggaran belt maksimum: 983,3 N

**Motor :**

Daya motor yang digunakan

Daya (keadaan kosong): 1,18 kW

Daya (membawa material): 0,17 kW

Daya (material dalam keadaan miring): 1,07 kW

Daya (tambahan yang dibutuhkan): 0,5 kW

Total daya yang dibutuhkan: 2,92 kW/ 3,91 Hp

Kapasitas daya motor: 3,43 kW

**Pembahasan**

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan bahwa setiap parameter dari belt conveyor sangat perlu

diperhitungkan seberapa kemampuan dan keefektifan kerja sehingga mesin belt conveyor dapat beroperasi dengan baik tanpa menimbulkan gaya gesek yang terlalu besar terhadap idler dengan belt.

Pada hasil perhitungan kapasitas yang diangkut memenuhi standar dan syarat muatan untuk diangkut dalam 30 ton per jamnya yaitu kapasitas yang diizinkan hingga 32 ton per jamnya. Apabila melebihi kapasitas yang telah ditentukan maka dapat menimbulkan efek yang mengakibatkan terjadinya gaya gesek sehingga terjadi abrasivitas pada belt dan idler. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas yang diangkut sesuai dengan spesifikasi dari nilai parameter yang telah dianalisa. Dalam pemindahan material oleh belt conveyor ini diperlukan daya untuk menggerakkan belt dimana tergantung dari kapasitas yang direncanakan sebelumnya dengan jarak pemindahan.

Pada hasil perhitungan diperoleh daya yang diperlukan untuk menggerakkan belt conveyor dengan kapasitas 30 ton per jam adalah 2,92 kW atau 3,91 Hp sedangkan pada spesifikasi yang tercantum pada motor adalah 4 Hp. Dalam hal ini perusahaan telah merencanakan dengan baik pada pemilihan motor sehingga daya yang digunakan sesuai dengan kapasitas yang diangkut. Motor berputar dimana putarannya diteruskan oleh transmisi (gearbox) yang mengatur kecepatan dari gerak rotasi belt conveyor dimana putaran belt disebabkan adanya tegangan atau tarikan antara dua buah terminal pulley pada saat belt conveyor beroperasi. Pada hasil perhitungan didapat tegangan belt maksimum yaitu 2643,8 N dan tegangan kerja sebesar 4,1 N/mm. Tegangan ini terhitung pada saat belt conveyor menerima beban sebesar 30 ton per jam. Tegangan yang terjadi dipengaruhi oleh koefisien gesek, sudut kontak pulley serta kondisi kerja dalam keadaan miring.

Nilai-nilai dari parameter belt conveyor yang dianalisa memenuhi syarat suatu mesin conveyor untuk dapat



dioperasikan diindustri sehingga sesuai dengan keinginan yang diharapkan.

## Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kapasitas angkut *belt conveyor* hasil perhitungan perancangan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Kapasitas yang diinginkan 30 ton per jam dan kapasitas hasil perhitungan adalah 32 ton per jam.
2. Daya motor hasil perhitungan memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Daya motor hasil perhitungan adalah 3,91 Hp dan motor yang digunakan adalah motor dengan daya 4 Hp.
3. Penyimpangan dan perbedaan dalam hal dimensi antara hasil perancangan dengan yang telah ada dipasaran hanyalah disebabkan pengambilan beberapa faktor yang berbeda.
4. Dalam perancangan, kondisi ideal (hasil perhitungan dan perancangan) tidak selamanya sama dengan kondisi nyata. Ini disebabkan adanya variabel-variabel pengganggu.

## Daftar Rujukan

- A, Spivakovsky And V. Dyachkov, (1982), *Conveyor And Related Equipment*, Moscow  
<http://lauricko.wordpress.com/2008/05/27/bulk-material-handling/>  
diakses 10 Februari 2010
- Link-Belt Company, (1965), *Conveyor and Components*, Link-Belt Company.
- Smith, F.L., (1936), *Conveyor Belting*, Roulounds, Copen Hagen.
- Tumbur Papatahan, (2000), *Conveyor Data Book*, PT. Sinar Harapan Teknik, Bengkulu.